

Widerspruch? : Nicht alle Galaxien entfernen sich

Autor(en): **Baer, Thomas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **79 (2021)**

Heft 1

PDF erstellt am: **01.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1049414>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

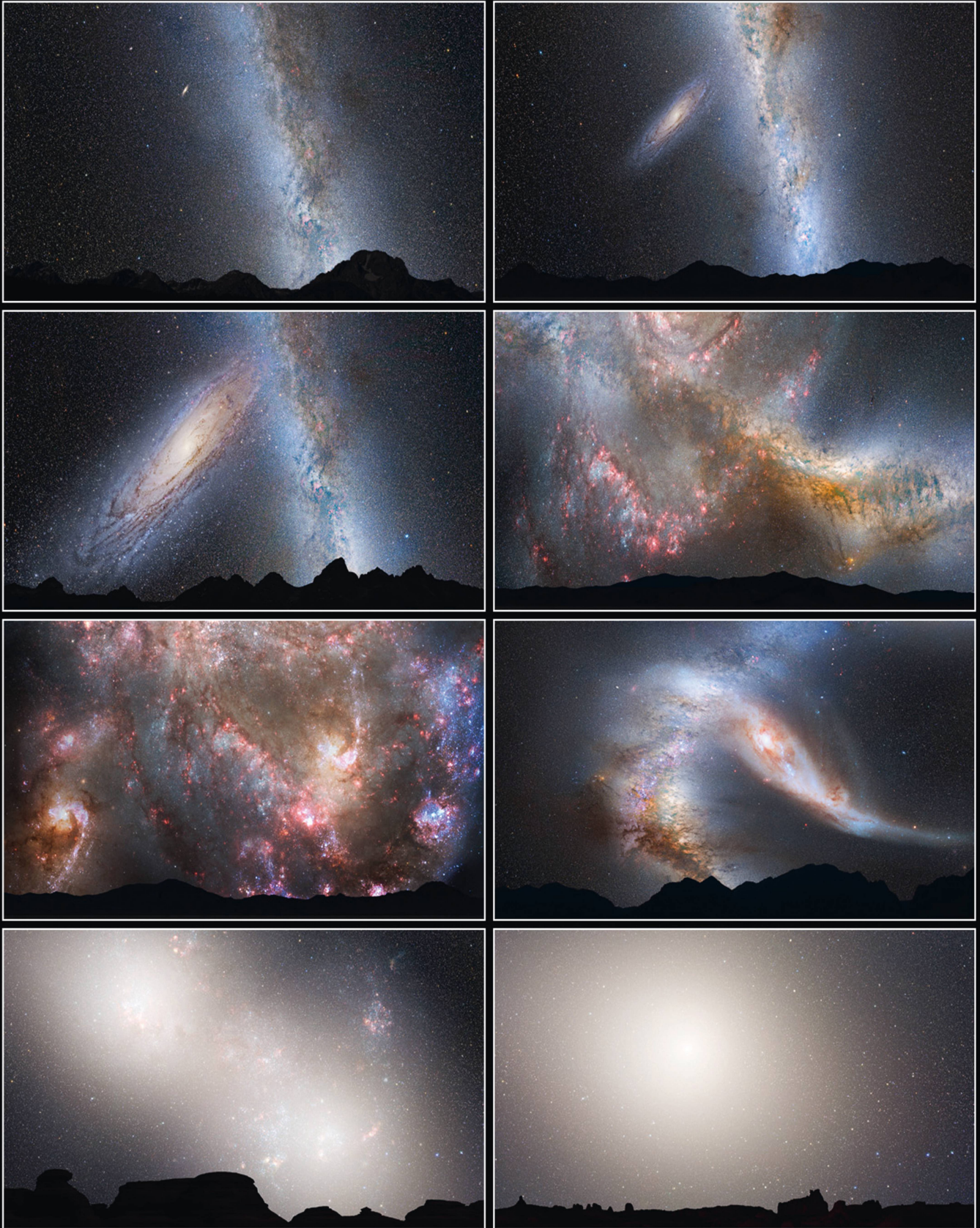


Abbildung 1: So spektakulär würde sich der Menschheit der nächtliche Sternenhimmel in 3 bis 4 Milliarden Jahren präsentieren, wenn die Andromeda-Galaxie mit unserer Milchstrasse verschmilzt.

Bild: NASA; Z. Levay and R. van der Marel, STScI; T. Hallas; and A. Mellinger

Warum fliegt die Andromeda-Galaxie auf uns zu, wenn sich doch das Universum ausdehnt?

Widerspruch? – Nicht alle Galaxien entfernen sich

Das Universum expandiert mit zunehmender Ausdehnungsgeschwindigkeit. Dies hatten Astronomen schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts anhand der Galaxienflucht beobachtet. Doch wie kann es sein, wenn vermeintlich alles auseinanderfliegt, die Andromeda-Galaxie auf uns zusteuert?

Text: Thomas Baer

Tatsächlich widerspricht der Begriff «Galaxienflucht» dem anschaulichen Prinzip, wenn man einen Ballon mit aufgezeichneten Punkten aufbläst und beobachtet, wie sich diese dann alle voneinander weg bewegen, und zwar umso schneller, je grösser der Ballon wird. Diese modellhafte Veranschaulichung ist eine blosse Vereinfachung, kann aber zu Missverständnissen führen. Daher ist die Frage, warum die Andromeda-Galaxie in 3 bis 4 Milliarden Jahren mit unserer Galaxie verschmelzen wird, durchaus berechtigt.

EIN BLICK IN DIE GESCHICHTE

Dass sich Galaxien räumlich bewegen wies der US-Astronom *Vesto Melvin Slipher* nach, der am Lowell Observatorium in Flagstaff arbeitete und zwischen 1912 und 1915 Messungen von Radialgeschwindigkeiten an einem guten Dutzend Galaxien vornahm. Dabei konnte er auch die Rotation dieser Sternensinseln nachweisen. Seine Untersuchungen führten ihn zur allgemeinen Rotverschiebung der Galaxien. Dabei stellte er fest, dass bei der Rotverschiebung einige näherliegende Spiralnebel eine Aus-

nahme machten. *Edwin Powell Hubble* war damals Student und beschäftigte sich mit der Relativgeschwindigkeit der Andromeda-Galaxie (Messier 31). Es gelang ihm nachzuweisen, dass M31 weit ausserhalb unserer eigenen Galaxie liegen muss. Seine Forschungsarbeit stellte er an der Jahrestagung der American Astronomical Society unter dem Titel «*Cepheids in Spiral Nebulae*» 1925 vor. Es folgten bald weitere Messungen zu anderen Galaxien.

Aus Galaxienspektren und der nachgewiesenen Rotverschiebung leitete schliesslich der belgische Astrophysiker *Georges Edouard Lemaitre* 1927 die Expansion des Weltalls ab. Er gilt damit auch als Gründervater der Urknalltheorie. Er brachte seine Beobachtung mit der Allgemeinen Relativitätstheorie in Einklang. Nur wenige Jahre darauf stellte auch *Hubble* einen Zusammenhang zwischen der Rotverschiebung und der von ihm beobachteten Verteilung der Galaxien her, verband aber seine Entdeckung nicht mit einer Ausdehnung des Raums, sondern vermutete eher ein bislang unentdecktes Naturprinzip hinter der Rotverschiebung.

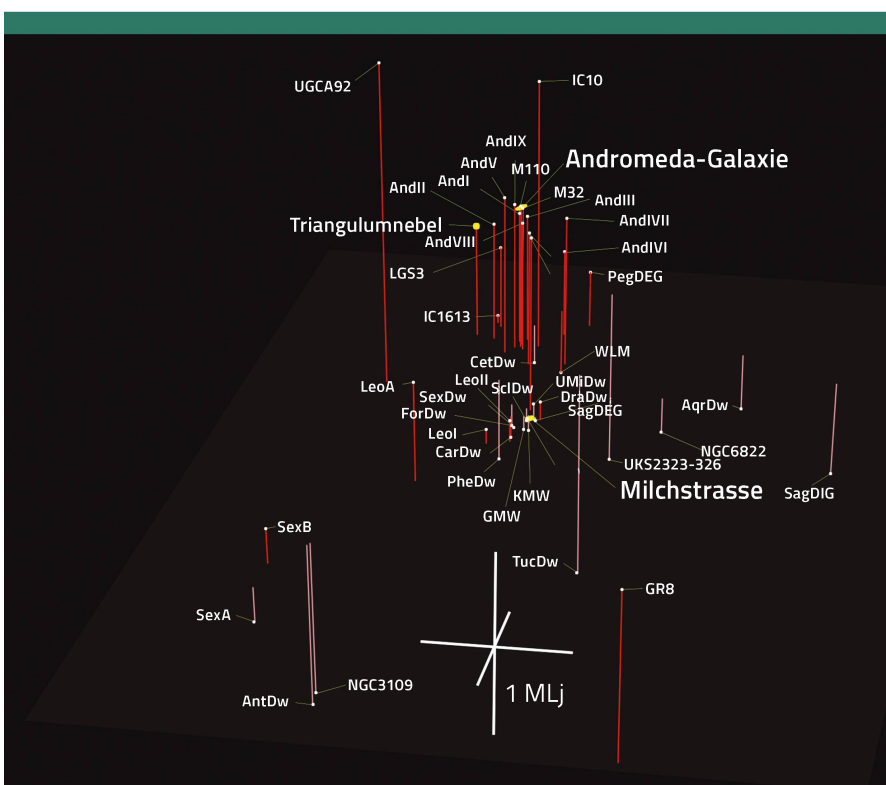


Abbildung 2: Räumliche Darstellung der Galaxien in der Lokalen Gruppe. Es sind Zentren zu erkennen – eines um die Andromedagalaxie und ein zweites um die Milchstrasse.

Bild: C. Witte



Abbildung 3: Hier sehen wir den Super-Virgohaufen, zu dem auch die Lokale Gruppe zählt.

Bild: Andrew Z. Colvin

Längst nicht alle, aber doch die meisten Galaxienspektren waren nach Rot verschoben, ein Zeichen dafür, dass sie sich von uns entfernen, je weiter weg, desto schneller. *Hubble* sprach vorsichtig von «apparent speed» (scheinbarer Geschwindigkeit), um eine mögliche physikalische Fehlinterpretation zu verhindern. Die Hubble-Konstante H_0 beschreibt im Wesentlichen den linearen Zusammenhang zwischen der Entfernung von Galaxien und ihrer Rotverschiebung.

NICHT ALLES EXPANDIERT

Das Ballon-Beispiel mit den Punkten und die daraus abgeleitete Vermutung «Alles bewegt sich von allem anderen fort» oder auf die Galaxien übertragen «Galaxien entfernen sich voneinander, umso schneller, je weiter sie voneinander entfernt

sind» stimmt bei näherer Betrachtung nicht. Die Planeten etwa entfernen sich ja auch nicht von der Sonne, sondern kreisen auf mehr oder weniger konstanten Bahnen. Auch die Sterne in unserer Galaxie «fliegen» nicht voneinander weg, sondern umkreisen das galaktische Zentrum. Und eben: Die Andromeda-Galaxie nähert sich uns. Doch wie ist das zu erklären?

Mit Blick auf die Whirlpool-Galaxie M51 sehen wir ja bereits, dass auch dort zwei Galaxien verschmelzen, genau das Umgekehrte von dem, was die Punkte auf dem aufgeblasenen Ballon tun! *Edwin Hubble* beschrieb nicht eine Bewegung durch den Raum, sondern den expandierenden Raum selbst. Was heisst das? Die Galaxien bleiben gewissermassen «orts-» oder «raumfest», bloss der Raum zwischen ihnen dehnt sich. So ist auch zu erklären, dass

sich weiter von uns entfernt liegende Galaxien rascher von uns wegbewegen als näherliegende. Neben dieser scheinbaren oder indirekten Bewegung durch die Raumausdehnung wirkt auch die Gravitation zwischen den Galaxien.

EINE FRAGE, WAS ÜBERWIEGT

Bekanntlich gruppieren sich Spiralnebel gerne in grösseren Formationen. Wir selber befinden uns zusammen mit M31 in einem Verbund mit etwa 70 heute bekannten Zwerggalaxien (vermutet werden einige hundert), Lokale Gruppe genannt. In einem Radius von 5 bis 8 Millionen Lichtjahren sind Galaxien gravitativ aneinandergebunden. Aber selbst innerhalb der Lokalen Gruppe ist die Verteilung der Galaxien heterogen; es gibt diverse Untergruppen mit gravitativen Bindungen. Die

Milchstrassen-Gruppe, zu der neben vielen weiteren Zwerggalaxien die beiden Magellanschen Wolken zählen, bilden zusammen mit der Andromeda-, NGC-3109- sowie der Lokale-Gruppen-Wolke die vier Haupt-Untergruppen der Lokalen Gruppe. Diese wiederum ist Mitglied des Virgo-Superhaufens, der nicht weniger als 100 bis 200 Galaxienhaufen umfasst.

Was also zwischen M31 und unserer Galaxie in 3 bis 4 Milliarden Jahren geschieht, hat astronomisch gesprochen bloss «regionale Bedeutung». Es ist einfach die Frage: «Was überwiegt stärker, die Gravitation zwischen zwei nahestehenden Galaxien oder die Raumausdehnung?» In unserem Fall ist es die Gravitation, die Dinge im kleinen Massstab zusammenhält. So etwa fliegen die Planeten nicht von der Sonne weg, sondern bleiben bei ihrem Zentralstern. Erst bei wirklich grossen Distanzen gewinnt die Expansionsrate Oberhand. Daher ist es effektiv so, dass sich die Galaxienhaufen voneinander weg bewegen, während im Falle von M31 die Gravitation überwiegt. Dies führt nun dazu, dass M31 stärker beschleunigt wird und sich dadurch schneller durch den Raum bewegt, als dieser expandieren kann.

EINE «KOLLISION» GIBT ES NICHT

Doch was in rund 3 bis 4 Milliarden Jahren passieren wird, wäre durchaus spektakulär, einmal abgesehen davon, dass die Sonne dann 40% heller strahlen wird und die Weltmeere auf unserem Heimatplaneten im Begriff sind zu verdampfen. Auch unsere Spezies wird dann längst verschwunden sein. Trotzdem: Nehmen wir einmal an, wir könnten das Verschmelzen der Andromeda-Galaxie mit unserer Milchstrasse erleben, würden wir den uns heute vertrauten Sternenhimmel nicht wiedererkennen. Eine «Kollision» im eigentlichen Sinne des Wortes ist es nicht. Die Wahrscheinlichkeit, dass Sterne zusammenprallen, ist so gut wie auszuschliessen. Eine rechnerische Veranschaulichung macht dies deutlich. Addieren wir die Anzahl Sterne unserer Galaxie mit der von M31, so haben wir, grosszügig gerechnet, etwa 1'150'000'000'000 Sterne (Andromeda-Galaxie rund 1 Billion Sterne, unsere Galaxie ca. 150 Milliarden Sterne), die sich zu einer neuen Riesen-Galaxie formieren. Lassen wir in der Vorstellung alle diese Sterne zu Stecknadelköpfen schrumpfen und würden sie gleichmässig in einem Zylindervolumen von der Fläche Europas und

einer angenommenen «Galaxiendicke» von 3'000 Lichtjahren (auf Europa umgerechnet etwa 54 km) verteilen, so würden sich in 1 km³ knapp 2'100 Sterne versammeln und nur 0.002 Sterne in einem Volumen von 1'000 m³! Selbst wenn sich im letzteren Volumen 50 Sterne versammeln würden, wäre der Raum zwischen den Sternen noch immer beängstigend leer! <

Sie wählen aus – wir berichten



In der Rubrik «Nachgedacht – nachgefragt» greifen wir astronomische Fragen von Leserinnen und Lesern auf. In jeder ORION-Ausgabe schlagen wir neu drei Themen vor, über die auf der ORION-Website via QR-Code (oben) abgestimmt werden kann. Die Frage mit den meisten Stimmen wird im nächsten Heft behandelt. Zur Auswahl für ORION 2/21 stehen folgende Themen:

- Was ist der Unterschied zwischen Sternbild und Sternzeichen?
- Sind die Sterne, die wir sehen, alle schon längst verschwunden?
- Woher kennen wir das Alter der Sterne und der Sonne?

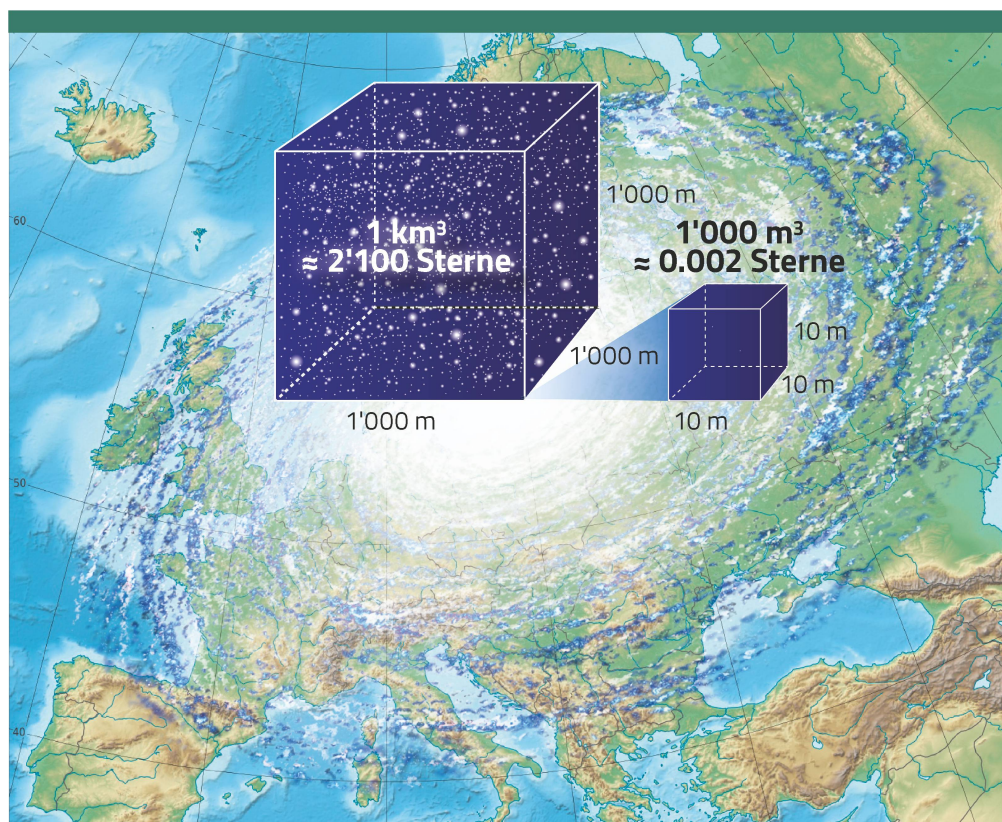


Abbildung 4: Wenn der Andromedanebel und unsere Milchstrasse verschmelzen, sind Sternkollisionen sehr unwahrscheinlich! Hätte die neue «Super-Galaxie» die Ausmasse Europas, so würden sich in einem Kubikkilometer rund 2'100 Sterne befinden, in 1'000 m³ bloss 0.002!

Grafik: Thomas Baer